

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Takashi SATO, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: March 19, 2004

Examiner:

For: WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXED OPTICAL AMPLIFIER

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-350938

Filed: October 9, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 19, 2004

By: 

H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月 9日

出願番号
Application Number: 特願2003-350938
[ST. 10/C]: [JP2003-350938]

出願人
Applicant(s): 富士通株式会社



2004年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3008788

【書類名】 特許願
【整理番号】 0351077
【提出日】 平成15年10月 9日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01S 3/10
【発明者】
 【住所又は居所】 北海道札幌市北区北七条西四丁目 3 番地 1 富士通東日本ディジタル・テクノロジー株式会社内
 【氏名】 佐藤 貴
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
 【氏名】 椿 一成
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
 【氏名】 竹山 智明
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
 【氏名】 佐々木 恵子
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
 【氏名】 稲垣 真也
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100099759
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青木 篤
 【電話番号】 03-5470-1900
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092624
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鶴田 準一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100871
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 土屋 繁
【選任した代理人】
 【識別番号】 100082898
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西山 雅也
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 209382
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1



【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0305916

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

信号光に対して直列に配置される第 1 段光増幅部および第 2 段光増幅部と、
前記第 1 および第 2 段光増幅部の入力端および出力端における各信号光によって A G C 制御を行う共通 A G C 回路と、
前記共通 A G C 回路からの制御信号を受けると共に、所定の分配比率で前記第 1 段光増幅部および前記第 2 段光増幅部に対してそれぞれ励起光を印加する励起光分配手段と、
を備えることを特徴とする波長多重光増幅器。

【書類名】明細書**【発明の名称】波長多重光増幅器****【技術分野】****【0001】**

本発明は、波長多重光通信ネットワーク内における、例えばインラインアンプ、プリアンプあるいはポストアンプ等に使用可能な波長多重光増幅器 (WDM optical amplifier) に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年において、光通信ネットワークは、マルチメディア化への対応をより一層向上させることが要求されており、このために波長多重による情報伝達の大容量化が益々進んでいる。これには上記の波長多重光増幅器 (以下単に光増幅器とも称す) が必須であり広範に利用されているが、一方そのさらなる改良も求められている。

【0003】

本発明は、例えば、近年その市場が急速に立ち上がりつつあるメトロネットワーク用の光増幅器に対して上記の改良を加えることができる。その改良のポイントは主として、「ASE (Amplified Spontaneous Emission) による出力変動」および「発振」である。

【0004】

後に図を参照しながら説明するとおり、一般的な光増幅器としては、前段光増幅部と後段光増幅部とからなる2段構成としたものが広く採用されており、これにより利得の波長依存性を除去した光増幅器を実現している。

【0005】

この一般的な2段構成の光増幅器では、後に図1に示するとおり、前段光増幅部において個別に前段のAGC制御を行い、また、後段光増幅部においても個別に後段のAGC制御を行っている。このような前段/後段個別AGC制御型の光増幅器は、例えば下記の〔特許文献1〕～〔特許文献3〕等の開示されている。

【0006】

しかしこのような前段/後段個別AGC制御は、前述したメトロネットワーク用の光増幅器には不向きである。なぜなら、かかる2段個別AGC制御による光増幅器は高速制御が困難であって、メトロネットワーク内で頻繁に発生する、例えば40波→1波といった、急激な入力波長数の変動に追従することができないからである。

【0007】

そこで最近、そのような急激な入力波長数の変動を伴う、2段構成の光増幅器に対しては、上記の2段個別AGC制御ではなく、2段共通AGC制御を行うことが提案され実用に供され始めている。

【0008】

ところがこの2段共通AGC制御型光増幅器によると、高速制御は満足できるものの、今度は、既述した「ASEによる出力変動」および「発振」といった問題 (後に詳述) が生じてしまい、その改良が求められることとなる。

【0009】

【特許文献1】特開平8-248455号公報

【特許文献2】特開2002-368698号公報

【特許文献3】特開2003-174421号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0010】**

本発明は、「ASEによる出力変動」ならびに「発振」といった問題を解決することのできる共通AGC制御型の波長多重光増幅器を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

上記目的を達成するために本発明に係る波長多重光増幅器は、共通AGC回路からの制御信号を受けると共に、所定の分配比率で第1段光増幅部および第2段光増幅部に対してそれぞれ励起光を印加する励起光分配手段を備えることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0012】

後に詳述するとおり本発明によれば、信号光の入力波長数が急変しても発振を生じさせず、かつ、ASEによる出力変動を小さく抑えることのできる、共通AGC型の波長多重光増幅器を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明によりもたらされる効果を明確にするため、まず初めに、一般的な波長多重光増幅器について図を参照しながら説明する。

【0014】

図1は、一般的な2段構成光増幅器の基本構成を示す図である。

【0015】

基本的に本図のような構成を有する波長多重光増幅器としては、例えば、上記の〔1〕特開平8-248455号、〔2〕特開2002-368698号、〔3〕特開2003-174421号等に開示されている。

【0016】

図1において、参照番号1は一般的な波長多重光増幅器を示す。この光増幅器1は2段構成である。すなわち前段光増幅部10と後段光増幅部20とから構成される。

【0017】

前段光増幅部10は、前段希土類ドープファイバ11（例えばErbium Doped Fiber: EDF）と、前段励起光源12（例えばLaser Diode: LD）とからなると共に、前段個別AGCループを備える。

【0018】

この前段個別AGCループは、入力側光検知器(PD)13と、出力側光検知器(PD)14と、これら入力側および出力側PD13および14からの各出力信号を入力として、前段光増幅部10のAGC制御を、LD12を介して、行うAGC回路15と、から構成される。

【0019】

後段光増幅部20も上述と同様に、後段EDF21と、後段LD22とからなると共に、後段個別AGCループを備える。

【0020】

この後段個別AGCループもまた、入力側PD23と、出力側PD24と、これらPDからの各出力信号を入力として、後段光増幅部20のAGC制御を、LD22を介して、行うAGC回路25と、から構成される。

【0021】

さらに、前段および後段光増幅部10および20の間には、可変光減衰器(Variable Optical Attenuator: VOA)17を設けるのが一般的な構成である。

【0022】

図1に示すように、一般的には、前段および後段光増幅部10および20でそれぞれAGC制御が行われている。このようなAGC制御を行うことにより、前段光増幅部10の入力端(IN)側に印加される信号の入力波長数の多少や入力ダイナミックレンジの大小に依らず、前段および後段光増幅部10および20での各利得を一定に保つことができ、さらには上記VOA17での損失を適宜調節することによって、後段光増幅部20の出力端(OUT)側から送出される光出力信号の波長平坦性を保つことができる。かかる構成を有する光増幅器1の特性や動作について、図2および図3を参照しながら説明する。

【0023】

図2は図1における前段および後段のEDF(11, 21)およびLD(12, 22)

の特性について説明するための図であり、

図3は図1における前段および後段LD(12, 22)の駆動制御を示すグラフである。なお全図を通じて同様の構成要素には、同一の参照番号または記号を付して示す。

【0024】

まず図2を参照する。波長多重光増幅器1においては一般に、本図に示すとおり「前方励起」が多く採用されている。これは、光増幅器1の雑音指数NF(Noise Figure)を低く抑えるためである(低NF)。

【0025】

この低NF化には、特に前段EDF11の寄与度が大であるため、その低NF化を実現するのに最適な励起波長として、 $0.98\mu\text{m}$ が一般に採用される。一方、後段EDF21の励起波長としては、その利得効率を最適にすべく、 $1.48\mu\text{m}$ が一般に採用されている。

【0026】

図2で説明したような特性を有する前段LD12および後段LD22の各励起光は、一般に図3のグラフに示すように駆動制御される。なお本グラフの横軸は、図1の入力端INに印加された入力信号のパワーを示し、縦軸は前段LD12および後段LD22の各励起光パワーを示す。

【0027】

本グラフに示すように、一般には、前段EDF11の前方励起(LD12)→後段EDF21の前方励起(LD22)の順で励起光パワーを増加させている。

【0028】

以上述べた一般的な波長多重光増幅器1(図1～図3)、すなわち前段/後段個別AGC制御型の光増幅器1では、前述のとおり、高速制御が困難である。このため、例えば前述したメトロネットワーク用の波長多重光増幅器のように高速制御が要求される場合には、共通AGC制御型の波長多重光増幅器を用いることが提案されている。これを図4に示す。

【0029】

図4は本発明が適用される波長多重光増幅器の基本構成を示す図である。

【0030】

本図に示す光増幅器2において注目すべき点は、図1における前段/後段個別AGC回路15および25に代えて、前段および後段光増幅部10および20に共通の共通AGC回路18が導入された点である。これにより、例えばメトロネットワーク用に使用し得る高速制御の光増幅器を実現することができる。

【0031】

ところが一方、個別AGC制御(図1)から共通AGC制御(図2)にしたために、新たな問題が生ずる。これは前述した「ASEによる出力変動」の問題と、「発振」の問題である。

【0032】

まず前者の「ASEによる出力変動」について考察する。図3に示す制御方法で前段EDF11と後段EDF21を励起し、かつ、図4に示すように光増幅器全体で共通AGC制御を行う場合において、最大入力波長数が、例えば40波から例えば1波に急減したとする。

【0033】

この場合、 $0.98\mu\text{m}$ の励起(LD12)である前段EDF11の利得割合は大きくなり、一方、 $1.48\mu\text{m}$ の励起(LD22)である後段EDF21の利得割合は小さくなる。そうすると、後段EDF21から発生する信号波長帯における短波長側の波長帯にあるASEに対する、上記波長数の急減による変動が、結局、出力端OUTにおける信号光の大きな出力変動となって現れる。なおこの現象は、L-band帯域で顕著に現れる。

【0034】

上述した信号光 (OUT) の出力変動は、光増幅器 2 の所望の性能上、当然抑圧しなければならないが、この出力変動の抑圧を実現しようとするときに、既述した後者の「発振」の問題をひき起こす。これを以下にさらに詳しく説明する。

【0035】

上記出力変動の抑圧を実現する方法としてまず考えられるのは、前段 EDF 11 の後方から (図 2 中点線の LD' 参照)、例えば励起波長 $1.48 \mu\text{m}$ で励起し、前段 EDF 11 を双方向励起として、該前段 EDF 11 の利得を増大させ、その分、後段 EDF 21 の利得を減少させる、という方法である。

【0036】

しかしこのような方法のもとで、図 3 に示す駆動制御を行うと、上述した例えば 40 波 → 1 波という入力波長の急減時において、励起光パワーは不変であることから、前段 EDF 11 の利得が大きくなり過ぎてしまう。そしてこの過大な利得によって、前段 EDF 11 と周辺の光部品、例えば光アイソレータ、との間で発振を起こしてしまう。これが上述の「発振」の問題である。

【0037】

そこで本発明は以下に詳述する波長多重光増幅器 (3, 4, 5, 6, 7-1 および 7-2) を提案する。

【0038】

本発明の具体的な考え方は、「ASE による出力変動」を小さく抑え、かつ、「発振」させないために、図 2 に示す、前段 EDF 11 に対する後方励起 (LD') と、後段 EDF 22 に対する前方励起 (22) とを両立させると同時に、両者の励起比率を、入力信号の入力レベル等の条件に応じて、所定の値に設定する。さらに具体的には、この励起比率は、前段 EDF 11 にて発振が起こらないようにしながら、この前段 EDF 11 において前述した低 NF 化を達成できるような大きさの後方励起光パワーを、この前段 EDF 11 に与えることができる値とする。

【0039】

以下、図を参照しながら本発明を詳しく説明する。

【実施例】

【0040】

図 5 は本発明に基づく波長多重光増幅器の基本構成を示す図である。

【0041】

本図に示す波長多重光増幅器 3 は、図 4 に示す波長多重光増幅器 2 と同様、信号光 OS (Optical Signal) に対して直列に配置される第 1 段光増幅部 10 および第 2 段光増幅部 20 と、これら第 1 および第 2 段光増幅部 10 および 20 の入力端 IN および出力端 OUT における各信号光 OS によって AGC 制御を行う共通 AGC 回路 18 と、を有する光増幅器である。

【0042】

ここに本発明の特徴は、励起光分配手段 30 を導入した点にある。この励起光分配手段 30 は、共通 AGC 回路 18 からの制御信号を受けると共に、所定の分配比率 (a : b) で第 1 段光増幅部 10 および第 2 段光増幅部 20 に対してそれぞれ励起光を印加するものである。

【0043】

この図 5 に示す本発明の基本構成は、以下の実施例 1、実施例 2 および実施例 3 等によって具体化することができる。

〔実施例 1〕

図 6 は本発明の実施例 1 に係る波長多重光増幅器を示す図である。なお、全図を通して同様の構成要素には同一の参照番号または記号を付して示す。

【0044】

実施例 1 に係る波長多重光増幅器 4 では、上記の励起光分配手段 30 を、光カプラを用いて実現することを特徴とするものである。

【0045】

すなわち図6に示すとおり、実施例1における励起光分配手段30は、単一の励起光源(LD)31と、この単一の励起光源31からの励起光を前述した所定の分配比率 $a:b$ で分岐して第1段光増幅部10および第2段光増幅部20に印加する光カプラ32と、から構成する。なお参照番号11, 12, 13, 17, 21および24を付した構成要素については、図4に示したとおりである。

〔実施例2〕

図7は本発明の実施例2に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【0046】

実施例2に係る波長多重光増幅器5では、上記の励起光分配手段30を、個別の励起光源とこれらの励起光源を個別に駆動する駆動部とを用いて実現することを特徴とするものである。

【0047】

すなわち図7に示すとおり、実施例2における励起光分配手段30は、第1段光増幅部10を励起する第1励起光源33と、第2段光増幅部20を励起する第2励起光源34と、これら第1および第2励起光源33, 34を前述した所定の分配比率($a:b$)に見合うように駆動する駆動部35と、から構成する。

〔実施例3〕

図8は本発明の実施例3に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【0048】

実施例3に係る波長多重光増幅器6においては、前述した所定の分配比率($a:b$)を可変($a':b'$)とする分配比率制御手段40をさらに備えることを特徴とするものである。この分配比率制御手段40は、実施例1(図6)および実施例2(図7)のいずれの場合にも適用できるが、図8では前者の実施例1に適用した場合を示す。

【0049】

そしてその分配比率制御手段40の一具体例として、図8では、励起光の強度を可変とする第1光減衰器41および第2光減衰器42を用いた場合を示す。

〔実施例4-1〕

本実施例4-1および後述の実施例4-2は、上記実施例1, 2および3のいずれにも適用できる変形例であって、信号光に対して直列に配置される「さらなる光増幅部」を加えて少なくとも3段の光増幅部を備え、これら光増幅部のうちの2つを前述した第1段光増幅部および第2段光増幅部とすることを特徴とするものである。

【0050】

図9は本発明の実施例4-1に係る波長多重光増幅器7-1を示す図である。

【0051】

上述した「さらなる光増幅部」とは、図9において、中段光増幅部19のことである。光増幅器7-1としては、この中段光増幅部19を加えて3段構成の光増幅部10', 19および20を備えることになる。同様にして4段以上の構成とすることもできるが、図示しない。

【0052】

図9の場合、中段光増幅部19が、図5~図8に示す第1段光増幅部10として働くことになる。この光増幅部19は、中段EDF11'からなる。また、前述した可変光減衰器(VOA)と同様の可変光減衰器17'が追加される。

〔実施例4-2〕

図10に示す実施例4-2は上記実施例4-1(図9)の変形態様である。すなわち、図9の中段光増幅部19(10)を、前方励起型とすると共に、図9の可変光減衰器17'を除去したものに相当する。

【0053】

以上、主として各種実施例の回路構成について図を用いて示したので、さらにこれら実施例の具体的事項について以下に説明を加える。

【0054】

周知のとおり、希土類ドープファイバ（11, 11' 21）の励起の態様には、前方励起、後方励起および双方向励起があるが、本発明の好ましい励起の態様としては、実施例1（図6）や実施例2（図7）に示すとおり、第1段光増幅部10に対しては励起光分配手段30からの後方励起を加えて双方向励起とすると共に、この励起光分配手段30は第2段光増幅部20に対してはこれを前方励起とする。

【0055】

この場合、励起光分配手段30からの後方励起光（a）および前方励起光（b）としては、波長1.48 μm を選択し、一方、ファイバ11への前方励起光（12）の波長としては0.98 μm を選択することが好ましい。したがって上記の双方向励起は、波長0.98 μm と波長1.48 μm とによる励起となる。

【0056】

ここで上記の後方励起光（a）および前方励起光（b）の「所定の分配比率」（a : b）については既に詳しく述べたが改めて定義すると、次のとおりである。

【0057】

(i) 所定の分配比率（a : b）は、低雑音指数（NF）とすべく、第1段光増幅部10において発振が生じる上限近傍まで増大させた利得を得ることのできる値である。

【0058】

(ii) また所定の分配比率（a : b）は、入力端INにて受信する信号光OSの入力波長数が急減したとき、ASEによる出力端OUTでの出力変動を抑圧することのできる値である。これについて図を参照してもう少し詳しく考察する。

【0059】

図11はASEによる出力変動を図解的に示すグラフである。

【0060】

本図のグラフ（A）および（B）は、共に、横軸に輸入される光の波長をとり、縦軸に光のパワーをとって示す。

【0061】

グラフ（A）は、信号光OSとして40波（1, 2, 3...39, 40）を処理している場合を表す。ここで突然、信号光OSが40波から1波（例えば20）に急減したとする。これがグラフ（B）である。

【0062】

一方、グラフ（A）および（B）におけるASEについて見ると、ASEの量は励起光とほぼ対応することから、信号光の大きな変動（40→1）があったとしても励起光はほとんど一定のパワーを維持するため、このASEは（A）と（B）とで変化がない。

【0063】

そうすると、信号光OSに対するASEの量が、（A）→（B）において大きく増大し、これが上記の出力変動として現れる。

【0064】

かくして、上記所定の分配比率（a : b）は、上記（i）および（ii）の各値の少なくとも一方を満足する必要があるが、好ましくは、上記（i）および（ii）の双方を満足する値である。なお、後述する本発明の詳細例では、a : b = 1 : 20としている。

【0065】

なお以上の説明は、各増幅部（10, 19, 20）を構成する光増幅媒体として、希土類ドープファイバ（EDF）を例にとったが、これに限らず光導波路としてもよい。

【0066】

最後に本発明の詳細例を図に示す。

【0067】

図12は本発明に基づく波長多重光増幅器の詳細例を示す図である。

【0068】

本図の波長多重光増幅器8は、図6の構成を基礎としており、図6に示す構成要素に対

応する図 12 中の構成要素には同一の参照番号および記号を付して示す。

【0069】

図 12 の左端にある CN は光コネクタであり、ここから信号光が入力される。入力された信号光は、ビームスプリッタ BS により 2 分岐されて、アイソレータ ISO と、BPF 付き入力側光検知器 (PD) 13 とに印加される。

【0070】

アイソレータ ISO を出た信号光は、合分波器 WDM を経由して光増幅部 10 に入力される。前段励起光源 (LD) 12 からの励起光は、この WDM を介して光増幅部 10 に印加される。この LD 12 には波長ロック部 LC が設けられる。

【0071】

光増幅部 10 からの信号光は、カプラ CP を経由して、可変光減衰器 (VOA) 17 に至る。前述した光カプラ 32 からの分岐励起光 (a) は、このカプラ CP を介して既述の後方励起を増幅器 10 に対して行う。

【0072】

このカプラ CP を経た信号光は、ゲイン・イコライザ GEQ を介して、上記 VOA 17 に至る。さらに tap PD を介して、アイソレータ ISO およびカプラ CP に至り、光増幅部 20 に入力される。前述した光カプラ 32 からの分岐励起光 (b) は、このカプラ CP を介して既述の前方励起を光増幅部 20 に対して行う。なお、本図の光増幅部 20 は、その出力側のカプラ CP を介して、LD' による後方励起がなされているが、本発明とは関係しない。

【0073】

光増幅部 20 からの出力信号光は、ビームスプリッタ BS を経由して、出力端 (OUT) 側光コネクタ CN (出力ポート) より出力され、他方において、ビームスプリッタ BS' に出力される。

【0074】

このビームスプリッタ BS' を経た信号光は、一方においてモニタ用光コネクタ CN' に導かれ、他方において、前述の出力側光検知器 (PD) 24 に導かれる。

【0075】

以上述べた本発明の好ましい実施形態は、以下のとおりである。

【0076】

(付記 1) 信号光に対して直列に配置される第 1 段光増幅部および第 2 段光増幅部と、前記第 1 および第 2 段光増幅部の入力端および出力端における各信号光によって AGC 制御を行う共通 AGC 回路と、

前記共通 AGC 回路からの制御信号を受けると共に、所定の分配比率で前記第 1 段光増幅部および第 2 段光増幅部に対してそれぞれ励起光を印加する励起光分配手段と、

を備えることを特徴とする波長多重光増幅器。

(付記 2) 前記励起光分配手段は、単一の励起光源と、該単一の励起光源からの励起光を前記所定の分配比率で分岐して前記第 1 段光増幅部および第 2 段光増幅部に印加する光カプラと、からなる付記 1 に記載の波長多重光増幅器。

【0077】

(付記 3) 前記励起光分配手段は、前記第 1 段光増幅部を励起する第 1 励起光源と、前記第 2 段光増幅部を励起する第 2 励起光源と、該第 1 および第 2 励起光源を前記所定の分配比率に見合うように駆動する駆動部と、からなる付記 1 に記載の波長多重光増幅器。

【0078】

(付記 4) 前記第 1 段光増幅部に対しては前記励起光分配手段からの後方励起を加えて双方向励起とすると共に、該励起光分配手段は前記第 2 段光増幅部を前方励起する付記 1 に記載の波長多重光増幅器。

【0079】

(付記 5) 前記所定の分配比率は、低雑音指数とすべく、前記第 1 段光増幅部において発振が生じる上限近傍まで増大させた利得を得ることのできる値とする付記 1 に記載の波

長多重光増幅器。

【0080】

(付記6) 前記所定の分配比率は、前記入力端にて受信する信号光の入力波長数が急減したとき、ASEによる前記出力端での出力変動を抑圧することのできる値とする付記1に記載の波長多重光増幅器。

【0081】

(付記7) 前記信号光に対して直列に配置されるさらなる光増幅部を加えて少なくとも3段の光増幅部を備え、これら光増幅部のうちの2つを前記第1段光増幅部および前記第2段光増幅部とする付記1に記載の波長多重光増幅器。

【0082】

(付記8) 前記所定の分配比率を可変とする分配比率制御手段をさらに備える付記1に記載の波長多重光増幅器。

【0083】

(付記9) 前記分配比率制御手段は、前記励起光の強度を可変とする光減衰器である付記8に記載の波長多重光増幅器。

【0084】

(付記10) 各前記光増幅部を構成する光増幅媒体は、希土類ドープファイバまたは光導波路である付記1または7に記載の波長多重光増幅器。

【産業上の利用可能性】

【0085】

入力波長数の頻繁な変動を伴う入力光に対して高速に追従しこれを増幅することが要求される波長多重光増幅器全般に应用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】 一般的な2段構成光増幅器の基本構成を示す図である。

【図2】 前段および後段のEDF(11, 12)およびLD(12, 22)の特性について説明するための図である。

【図3】 前段および後段LD(12, 22)の駆動制御を示すグラフである。

【図4】 本発明が適用される波長多重光増幅器の基本構成を示す図である。

【図5】 本発明に基づく波長多重光増幅器の基本構成を示す図である。

【図6】 本発明の実施例1に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【図7】 本発明の実施例2に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【図8】 本発明の実施例3に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【図9】 本発明の実施例4-1に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【図10】 本発明の実施例4-2に係る波長多重光増幅器を示す図である。

【図11】 ASEによる出力変動を図解的に示すグラフである。

【図12】 本発明に基づく波長多重光増幅器の詳細例を示す図である。

【符号の説明】

【0087】

3, 4, 5, 6, 7-1, 7-2...波長多重光増幅器

10...前段光増幅部

11...前段希土類ドープファイバ(前段EDF)

11'...中段希土類ドープファイバ(中段EDF)

12...前段励起光源(前段LD)

13...入力側光検知器(入力側PD)

17, 17'...可変減衰器(VOA)

18...AGC回路

19...中段光増幅部

20...後段光増幅部

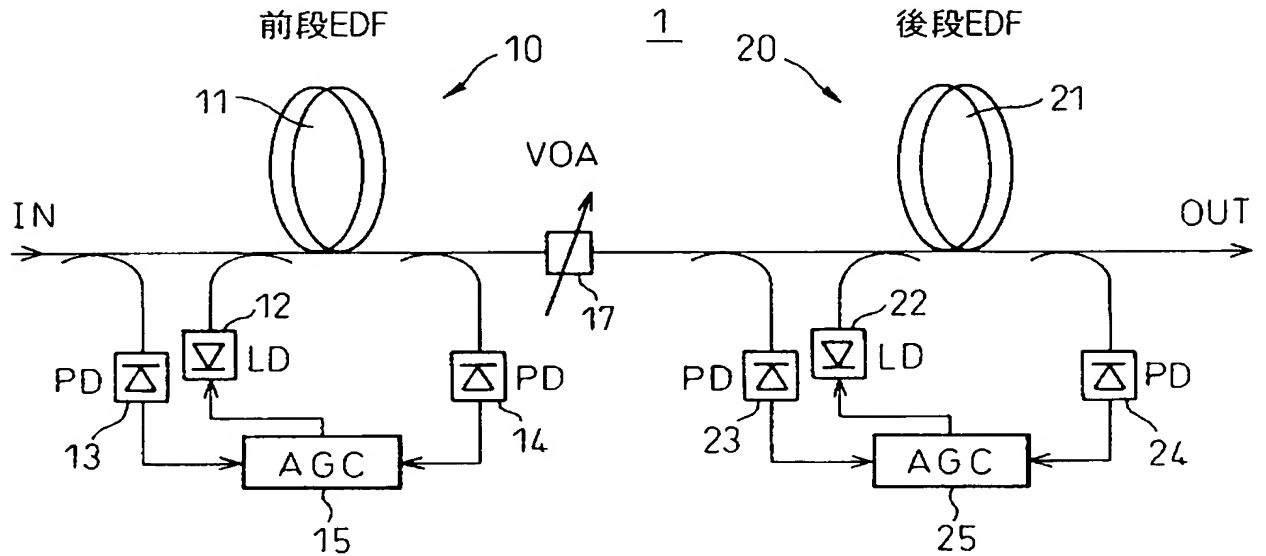
21...後段希土類ドープファイバ(後段EDF)

- 2 4 …出力側光検知器（出力側 P D）
- 3 0 …励起光分配手段
- 3 1 …励起光源
- 3 2 …光カプラ
- 3 3 …第 1 励起光源
- 3 4 …第 2 励起光源
- 3 5 …駆動部
- 4 0 …分配比率制御手段
- 4 1 …第 1 光減衰器
- 4 2 …第 2 光減衰器

【書類名】 図面
【図 1】

図 1

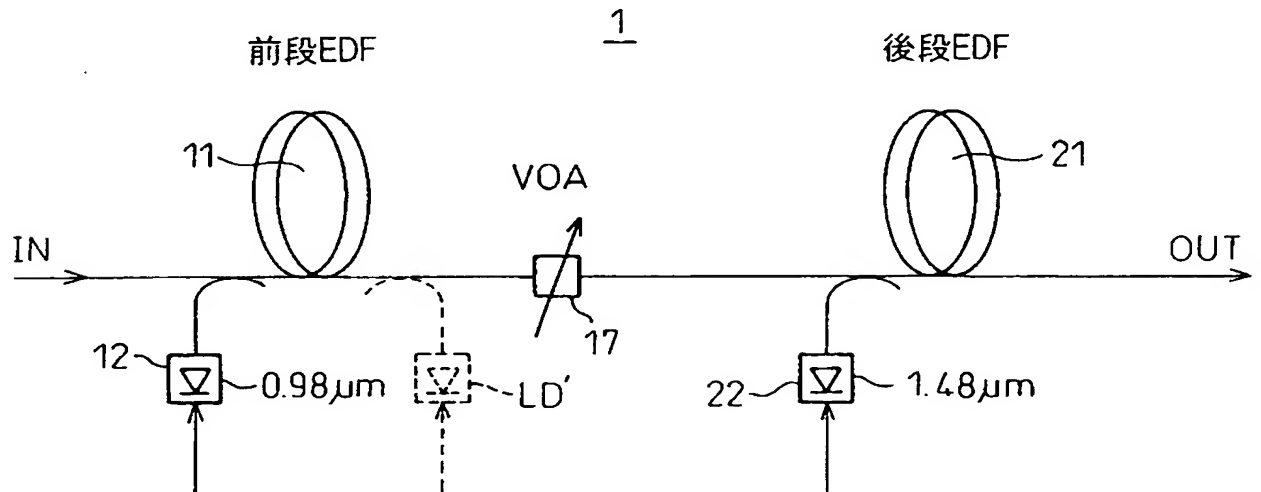
一般的な2段構成光増幅器の基本構成を示す図



【図 2】

図 2

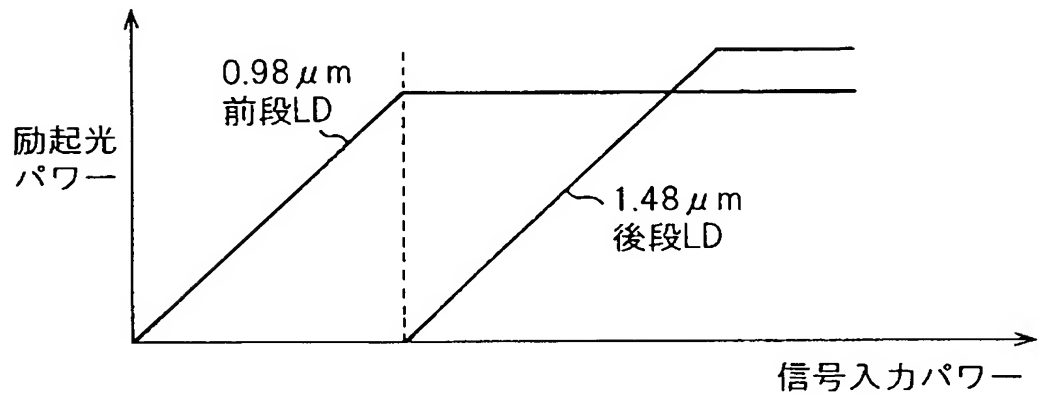
前段および後段のEDF(11,21)およびLD(12,22)の特性について説明するための図



【図 3】

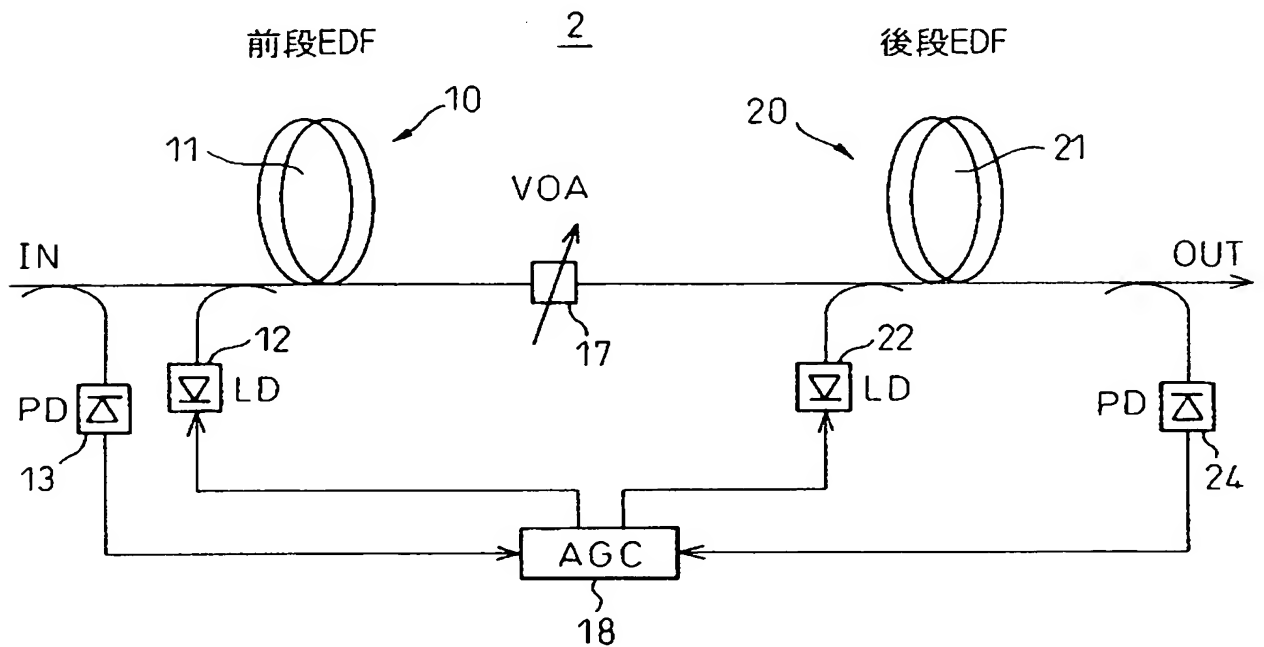
図 3

前段および後段LD(12,22)の駆動制御を示すグラフ



【図 4】

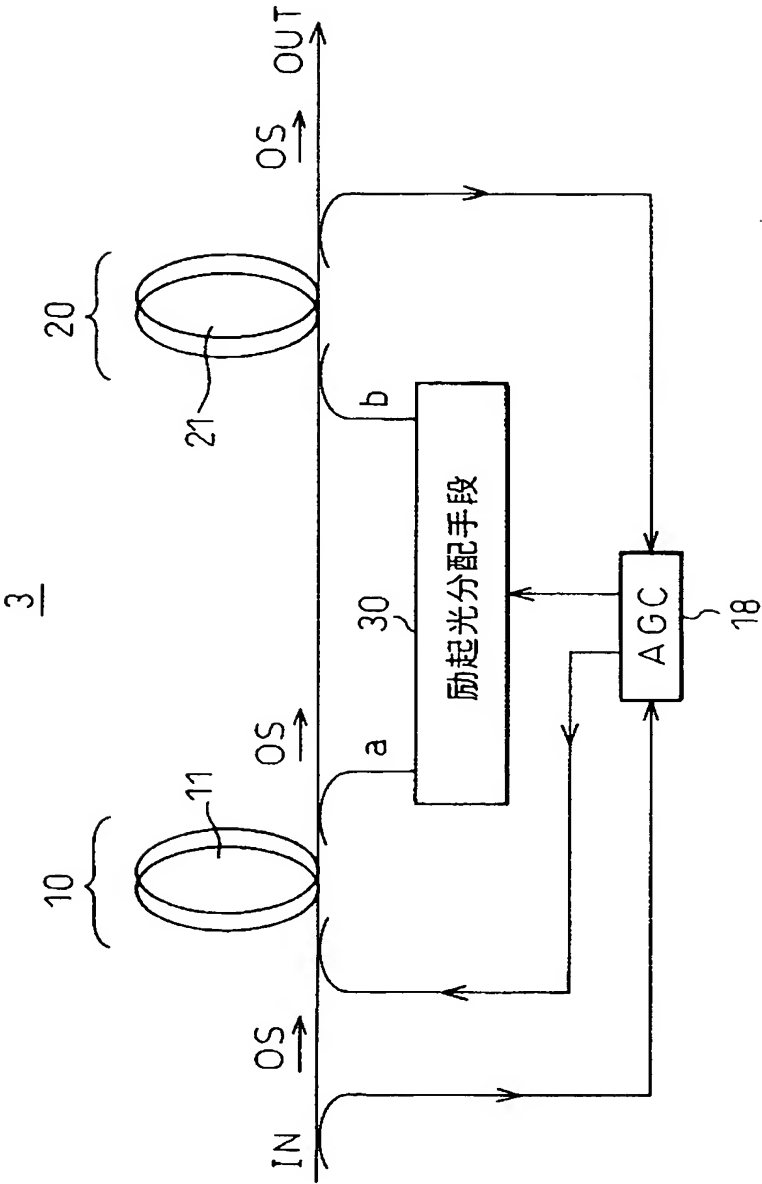
図 4 本発明が適用される波長多重光増幅器の基本構成を示す図



【図 5】

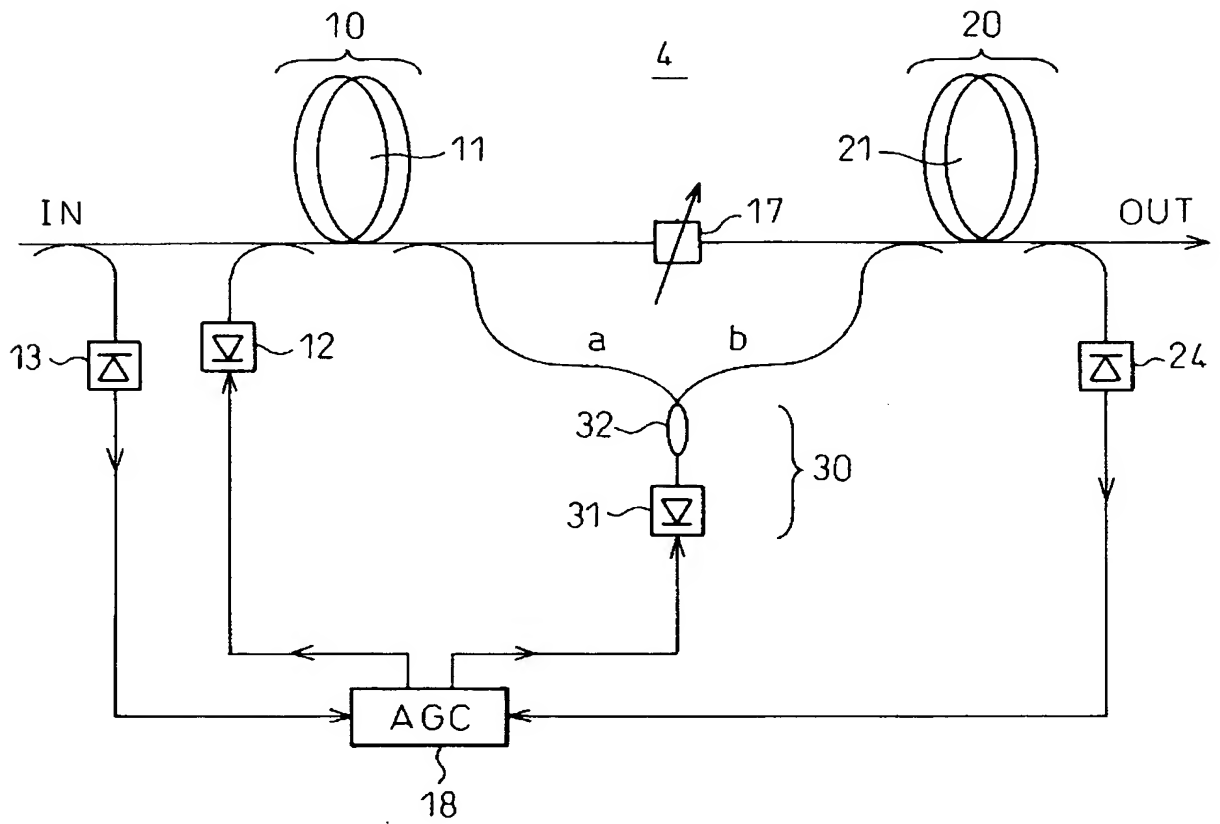
図 5

本発明に基づく波長多重光増幅器の基本構成を示す図



【図 6】

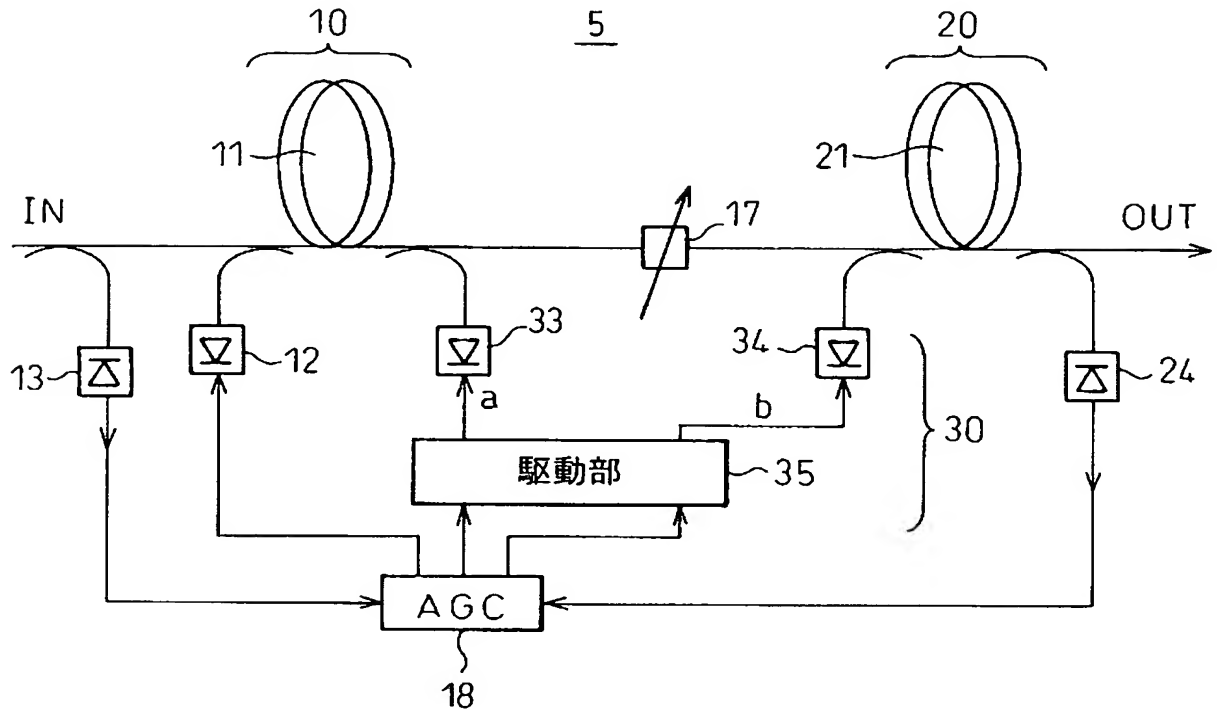
図 6 本発明の実施例1に係る波長多重光増幅器を示す図



【図 7】

図 7

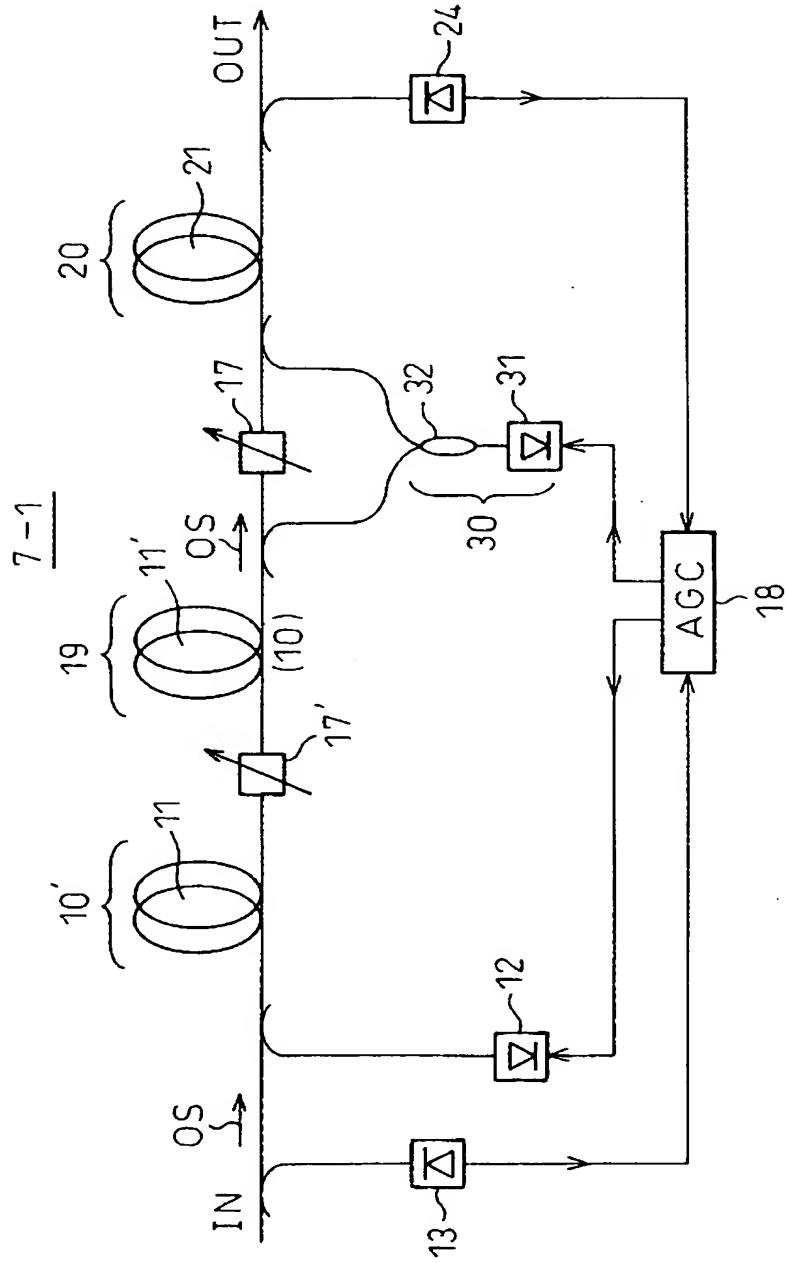
本発明の実施例2に係る波長多重光増幅器を示す図



【図 9】

図 9

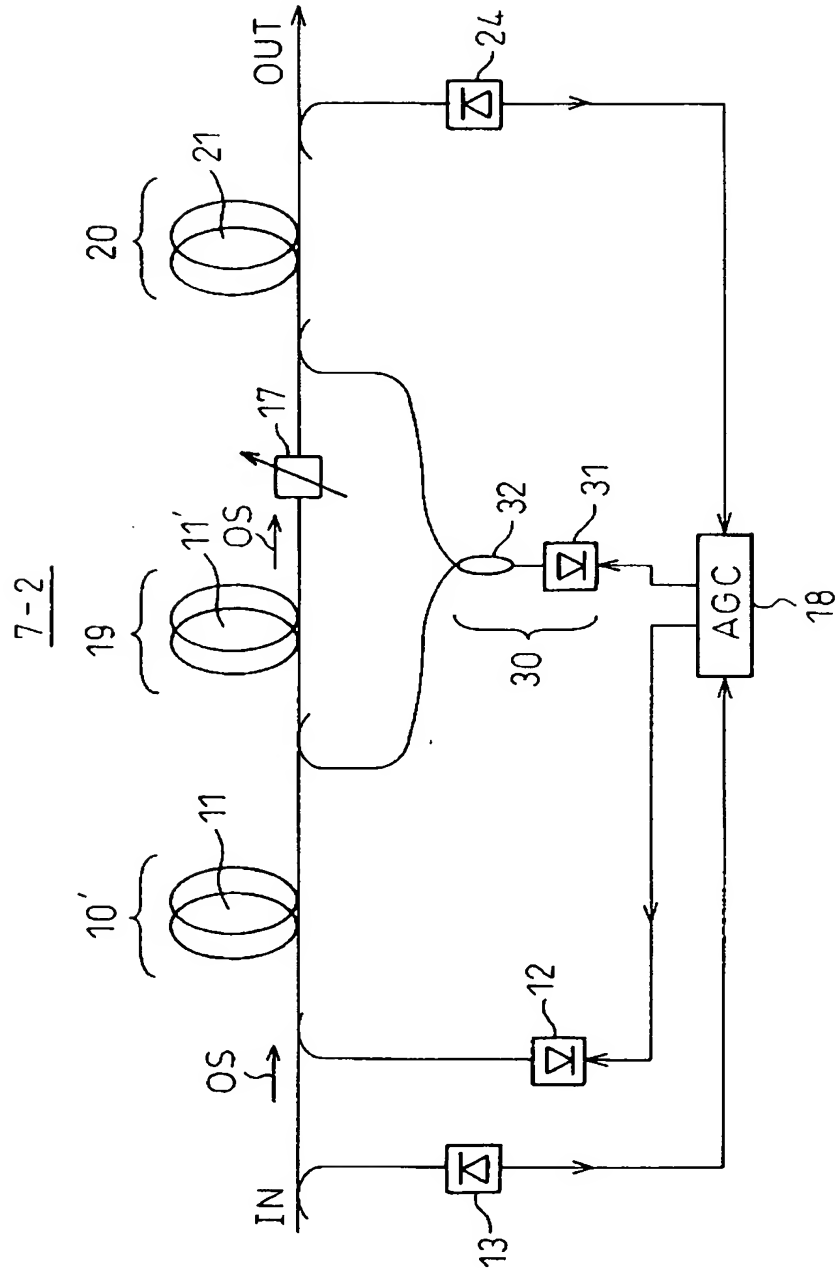
本発明の実施例4-1に係る波長多重増幅器を示す図



【図 10】

図 10

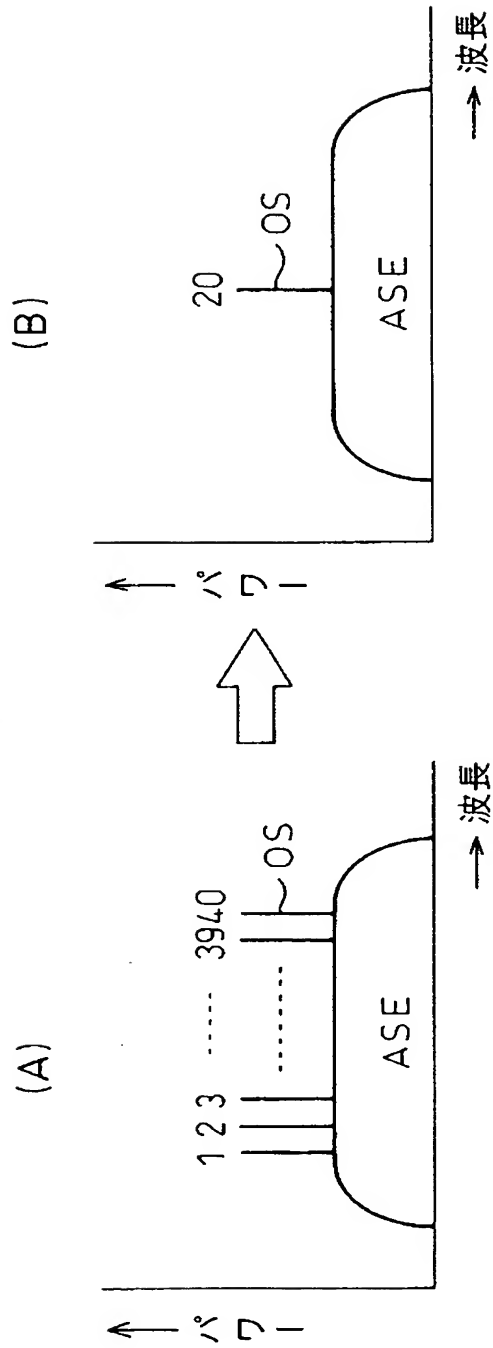
本発明の実施例 4-2 に係る波長多重光増幅器を示す図



【図 11】

図 11

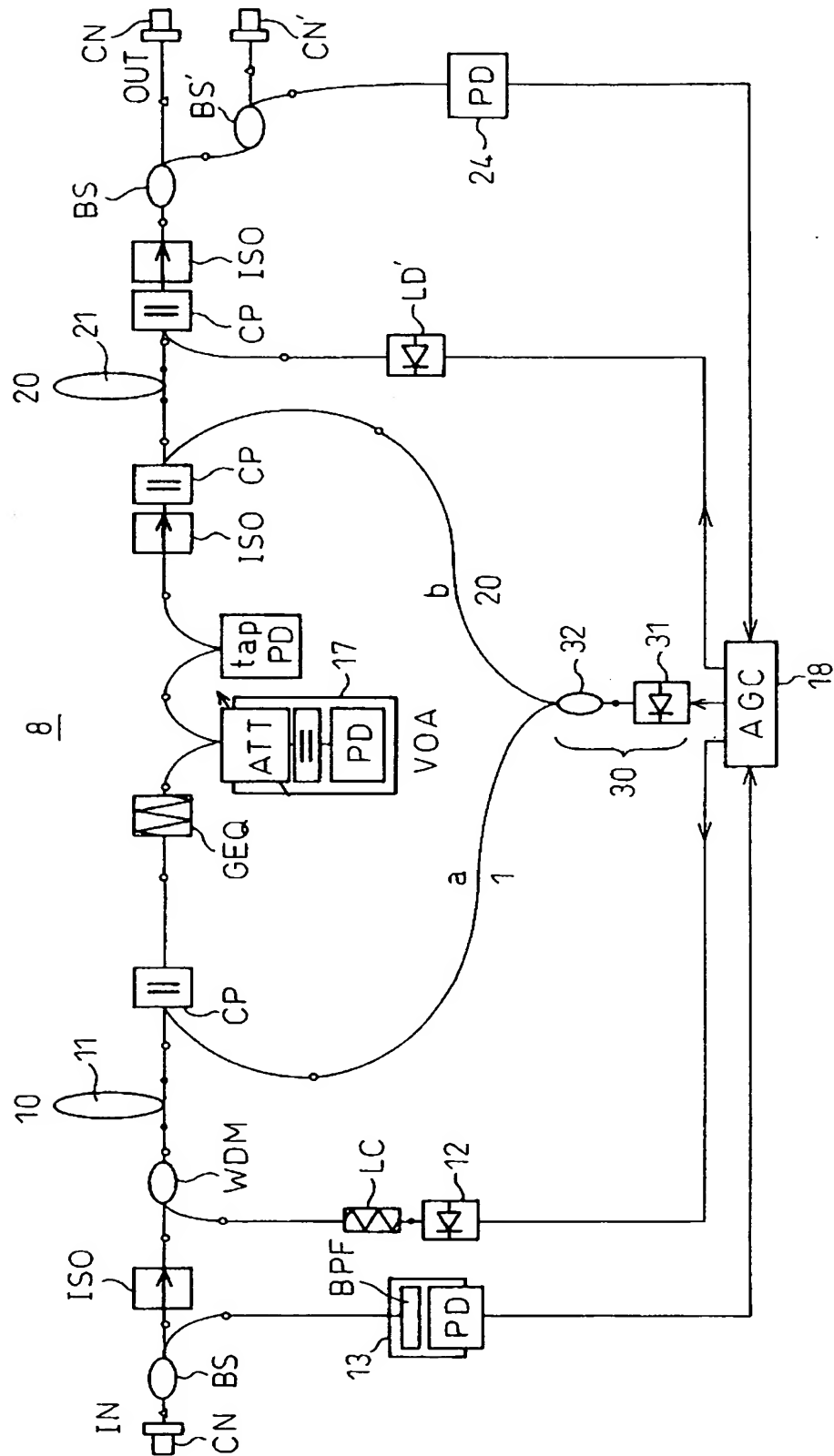
ASEによる出力変動を図解的に示すグラフ



【図 12】

図 12

本発明に基づく波長多重光増幅器の詳細例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入力波長数の急変時における「発振」および「A S E による出力変動」の問題を解消することを可能とする波長多重光増幅器を提供する。

【解決手段】 第 1 段光増幅部 (1 0) および第 2 段光増幅部 (2 0) と、第 1 および第 2 段光増幅部 (1 0 , 2 0) に対して共通に A G C 制御を行う共通 A G C 回路 (1 8) と、を有する波長多重光増幅器 (3) において、さらに、所定の分配比率で第 1 および第 2 段光増幅部 (1 0 , 2 0) に対してそれぞれ励起光を印加する励起光分配手段 (3 0) を設ける。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 3 5 0 9 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
氏 名	富士通株式会社